



Wärmeerzeugung im Gebäudebestand mit erneuerbaren Energien

## Solarthermie-Hybridheizung

Trinkwarmwassererwärmung und Heizungsunterstützung aus Solarstrahlung

Solarthermie-Anlagen wandeln Sonnenstrahlung in Wärme um. Die Wärme wird in einem Solarspeicher gesammelt und steht zur reinen Trinkwassererwärmung (TWE) zur Verfügung oder zur TWE mit Heizungsunterstützung. Zur vollständigen Deckung des Bedarfs an Raumwärme und Warmwasser sind Solarthermie-Anlagen mit beliebigen Wärmeerzeugern kombinierbar (Hybridheizung).

### Funktionsweise/Aufbau

Bestandteile einer Solarthermie-Anlage:

- Kollektor (Flachkollektor, Röhrenkollektor)
- Bivalenter Solarspeicher oder Kombispeicher
- Solarregler
- Weiterer Wärmeerzeuger

Die Solarkollektoren können auf dem Dach eines Gebäudes oder an einer anderen, der Sonne zugewandten Stelle (zum Beispiel an der Fassade oder auf dem Garagendach) angebracht werden. Durch die Sonneneinstrahlung auf die Kollektoren erwärmt sich direkt oder indirekt eine Solarflüssigkeit, die zum Solarspeicher geführt wird. Im Ein- und Zweifamilienhausbereich kommen für die reine Trinkwassererwärmung bivalente Warmwasserspeicher zum Einsatz. Über einen zweiten Wärmeübertrager erfolgt eine gegebenenfalls notwendige Nacherwärmung des Trinkwassers durch den Wärmeerzeuger. Bei zusätzlicher Heizungsunterstützung werden Kombispeicher eingesetzt. Das Trinkwasser wird dabei über einen im Pufferspeicher befindlichen Wärmeübertrager im Durchflussprinzip oder über einen integrierten Warmwasserspeicher („Tank-in-Tank-System“) erwärmt.

## Solarthermie-Hybridheizung

Der schematische Aufbau einer Solarthermie-Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung kann Abbildung 1 entnommen werden.

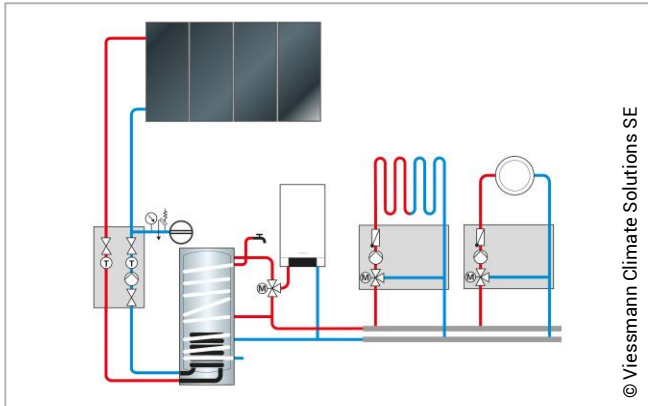


Abbildung 1: Schema Solarthermie-Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

## Kollektoren

Bei den Kollektoren werden generell zwei Systeme unterschieden: Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren. Unabhängig von der Kollektorart ist die optimale Ausrichtung der Kollektoren 30° bis 40° nach Süden. Bei abweichender Himmelsrichtung (Osten oder Westen) vermindert sich der Ertrag oder es sind größere Kollektorflächen notwendig. Wichtig ist, dass die Kollektoren nicht verschattet werden.

Der **Flachkollektor** besteht aus einem Gehäuse mit einer Abdeckplatte. Eine Wärmedämmung auf der Rückseite der Kollektoren verhindert Wärmeverluste. Innerhalb des Gehäuses befindet sich ein mit Rohrleitungen durchzogenes Absorberblech aus Kupfer oder Aluminium. Die darin enthaltene Solarflüssigkeit wird von der Sonnenstrahlung erwärmt und zum Speicher geführt.

Beim **Vakuumröhrenkollektor** wird zwischen durchströmten und indirekt durchströmten Röhrenkollektoren mittels Wärmerohr unterschieden. Bei den direkten Kollektoren werden die doppelwandigen Vakuumröhren von der Solarflüssigkeit durchströmt und das Medium wird durch die Sonneneinstrahlung erwärmt. Bei den indirekten Systemen (Heatpipe) befindet sich in den Wärmeröhren eine zusätzliche Flüssigkeit, die durch die Sonneneinstrahlung verdampft (siehe Abbildung 2). Mittels eines Wärmeübertragers übergibt der Dampf die Wärme an die Solarflüssigkeit in einem Sammler am oberen Ende der Röhre. Der Dampf kondensiert, die Flüssigkeit fällt nach unten und der Vorgang beginnt erneut.

Röhrenkollektoren weisen im Vergleich zu Flachkollektoren einen um circa 30 Prozent höheren Ertrag auf. Dies ist jedoch mit höheren Investitionskosten verbunden. Röhrenkollektoren werden meist da eingesetzt, wo nur wenig Fläche für Kollektoren zur Verfügung steht.



Abbildung 2: Indirekt durchströmte Vakuumröhrenkollektoren (Heatpipe)

Bei der Auslegung der Kollektoren sind verschiedene Flächenmaße zu beachten (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4):

- Brutto-Kollektorfläche: Fläche aus den Außenmaßen
- Aperturfläche: Lichteintrittsfläche
- Absorberfläche: Oberfläche des Absorbers

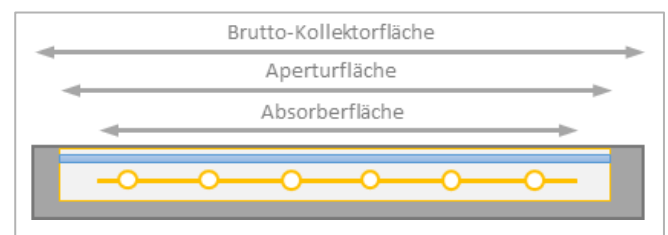


Abbildung 3: Flächenmaße Flachkollektor

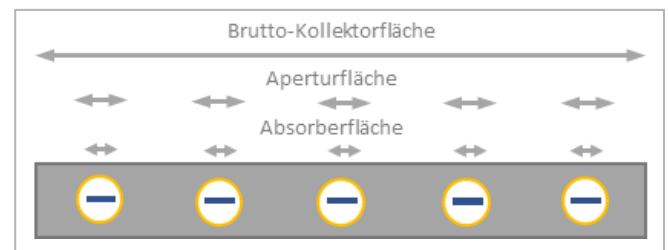


Abbildung 4: Flächenmaße Röhrenkollektor

# Solarthermie-Hybridheizung

## Auslegung

Die Größe der Aperturfläche und das Volumen des Solarspeichers müssen auf den Bedarf der Nutzerinnen und Nutzer sowie aufeinander abgestimmt sein. Kombinierte Anlagen zur solaren Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung werden deutlich größer ausgelegt als reine Trinkwarmwasser-Anlagen. Dennoch ist darauf zu achten, dass die Anlagen nicht zu groß ausgelegt werden. Bei zu großen Anlagen steigen zum einen die Investitionskosten und zum anderen kann überschüssige Wärme von den Kollektoren nicht abtransportiert werden.

Die Größe von Aperturfläche und Solarspeicher orientiert sich am Warmwasserbedarf der Nutzerinnen und Nutzer und damit an der Anzahl der Personen im Haushalt. Der mittlere Warmwasserbedarf pro Person und Tag beträgt 30 Liter bei einer Warmwassertemperatur von 60 °C. Bei Bestandsgebäuden können für die Auslegung auch vorangegangene Abrechnungen herangezogen werden. Hersteller bieten Komplettpakete an, die auf die Personenzahl und den Anwendungsfall (solare TWE oder solare TWE und Heizungsunterstützung) sowie in Abhängigkeit von der Kollektorart ausgelegt sind. Für die TWE in Kombination mit einer Heizungsunterstützung wird in der Regel der Faktor zwei für die Dimensionierung der Kollektorfläche verwendet.

Beispiel solare TWE: Ein 4-Personen-Haushalt benötigt eine Kollektorfläche von circa 5 m<sup>2</sup> und einen bivalenten Solarspeicher mit rund 300 Litern.

Mit einer **reinen TWE** erreicht die Solarthermie-Anlage übers Jahr gemittelt eine Deckung der Trinkwassererwärmung von bis zu 60 Prozent. In den Sommermonaten können bis zu 100 Prozent des Trinkwassers mithilfe der Solarstrahlung erwärmt werden. In diesem Fall kann der zusätzliche Wärmeerzeuger abgeschaltet werden. Bei der **Kombination aus TWE und Heizungsunterstützung** werden etwa 20 Prozent des Trink- und Heizwarmwasserbedarfs durch die Solarthermie-Anlage gedeckt.

Beispiel solare TWE und Heizungsunterstützung: Ein 4-Personen-Haushalt benötigt eine Kollektorfläche von 10 bis 12 m<sup>2</sup> und einen Kombispeicher mit einem Volumen von 60 bis 80 Litern pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche.

Die Solarthermie-Anlage sollte jährlich von einer Fachperson gewartet werden. Alle ein bis zwei Jahre ist eine Reinigung der Kollektorflächen zu empfehlen.

## Umweltwirkung

Die verwendete Solarflüssigkeit ist eine Kombination aus Wasser und Frostschutzmittel. Für das Frostschutzmittel wird in den meisten Fällen Propandiol verwendet. Propandiol ist in der EU als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen und nicht als gesundheitsschädlich eingestuft.

## Erfüllung der Vorgabe zum Betrieb mit 65 Prozent erneuerbarer Energie

Neu eingebaute oder aufgestellte Heizungsanlagen müssen im Regelfall entsprechend Gebäudeenergiegesetz (GEG) (ab 01.01.2024) mindestens 65 Prozent der von der Anlage bereitgestellten Wärme (Erzeugernutzwärmeabgabe) mit erneuerbarer Energie oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen. Bei verbundenen Anlagen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung gilt dies für das Gesamtsystem. Bei getrennter Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser gilt die Vorgabe jeweils für das Einzelsystem, das neu eingebaut oder aufgestellt wird. Eine Solarthermie-Anlage kann nicht eigenständig die Vorgaben zum Betrieb mit 65 Prozent aus erneuerbaren Energien erfüllen.

Bei einer Kombination von Solarthermie-Anlage mit einem Biomasse-, Gas- oder Flüssigbrennstoffkessel (Solarthermie-Hybridheizung) kann sich der Anteil von erneuerbaren Energien von 65 Prozent auf bis zu 60 Prozent reduzieren. Demnach muss sichergestellt sein, dass mindestens 60 Prozent des Brennstoffs aus Biomasse bzw. grünem oder blauem Wasserstoff besteht.

Eine Anforderung ist die Mindestgröße der Aperturfläche. Bei Gebäuden mit zwei Wohneinheiten (WE) oder weniger ist für Flachkollektoren eine Mindestfläche von 0,07 m<sup>2</sup> je m<sup>2</sup> Nutzfläche vorgeschrieben, bei Gebäuden mit mehr als zwei WE eine Mindestfläche von 0,06 m<sup>2</sup> je m<sup>2</sup> Nutzfläche. Aufgrund der höheren Effizienz verringern sich die Mindestflächen bei Vakuumröhrenkollektoren um 20 Prozent (0,056 m<sup>2</sup> bei bis zu zwei WE; 0,048 m<sup>2</sup> bei mehr als zwei WE). Kann die Mindestgröße für die Aperturfläche nicht eingehalten werden, verringert sich die oben beschriebene Reduktion des Anteils erneuerbarer Energien. Wenn beispielsweise nur eine Fläche von 0,04 m<sup>2</sup> je m<sup>2</sup> Nutzfläche zur Verfügung steht (57 Prozent der Mindestanforderung), müssen circa 62 Prozent des Brennstoffs aus erneuerbaren Quellen (Biomasse bzw. grüner oder blauer Wasserstoff nach GEG) stammen:

$$65 \% - ((65 \% - 60 \%) \cdot 57 \%) = 62,1 \%$$

Weitere Rechenbeispiele können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

## Solarthermie-Hybridheizung

Aperturfläche und Anteil EE – Berechnungsbeispiele				
	≤ 2 WE		> 2 WE	
Mindestfläche nach GEG	Fläche	% EE	Fläche	% EE
Flachkollektor	0,07	60	0,06	60
Vakuumröhrenkollektor	0,056	60	0,048	60
	≤ 2 WE		> 2 WE	
Beispiel: reduzierte Aperturfläche	Fläche	% EE	Fläche	% EE
Flachkollektor	0,04	62,1	0,04	61,7
Vakuumröhrenkollektor	0,04	61,4	0,04	60,8

Die Solarkollektoren oder das Gesamtsystem müssen mit dem europäischen Prüfzeichen „Solar Keymark“ zertifiziert sein. Eine Solarthermie-Anlage eignet sich auch zur Nachrüstung bei bestehenden Gas- und Ölanlagen, wodurch fossile Energieträger ersetzt werden können. Für die Weiternutzung des vorhandenen Kessels gelten nach GEG keine Anforderungen.

Weitere Informationen zu den Wärmeerzeugern Gas-Brennwertkessel, Brennstoffzelle mit blauem und grünem Wasserstoff, Biomassekessel oder Wärmepumpe sind den entsprechenden Factsheets zu entnehmen.

### Kennwerte und Kosten

Solarthermie-Anlagen werden über die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) – Zuschuss: Anlagen zur Wärmeerzeugung gefördert. Die Förderrichtlinie wurde 2023 überarbeitet und trat am 01.01.2024 in Kraft (weitere Informationen siehe Hintergrund-Factsheet).

Die Grundförderung für genannte Anlagen beträgt 30 Prozent. Zusätzliche Förderkomponenten, abhängig vom Ambitionsniveau und der persönlichen Situation, sind im Hintergrund Factsheet übersichtlich dargestellt. Die Obergrenze einer Förderung liegt bei 55 Prozent, selbst-

nutzende Eigentümer können bis zu 70 Prozent Förderung erhalten. Für eine Förderung müssen solarthermische Anlagen (ausgenommen sind Luftkollektoren) mit einem Funktionskontrollgerät (Solarregelung) ausgestattet sein.

Nachfolgend sind die Investitionskosten sowie die laufenden Kosten für eine Solarthermie-Anlage aufgelistet. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der Solarthermie um ein hybrides System handelt und immer ein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt wird. Beim zusätzlichen Wärmeerzeuger sind keine Kosten für den Speicher zu berücksichtigen, da diese bei der Solarthermie-Anlage enthalten sind.

Solaranlage mit Gas-Brennwertkessel zur TWE und Heizungsunterstützung	
Energieverbrauch ggü. nur Gas-BW	
Einsparung geringer Verbrauch	– 2.600 kWh/a
Einsparung hoher Verbrauch	– 4.000 kWh/a
Energiekosten ggü. nur Gas-BW	(Biomethan 65 %)
Einsparung geringer Verbrauch	– 510 €/a
Einsparung hoher Verbrauch	– 730 €/a
Investitionskosten inkl. Speicher	
Solare Trinkwarmwassererwärmung	9.500 €
Solare Trinkwarmwassererwärmung und Heizungsunterstützung	15.500 €
Instandsetzungsaufwand	anhand der Investitionskosten
Flach- und Röhrenkollektor	0,5 %
Speicher	1,0 %
Wartungskosten / sonstige jährliche Kosten	50 €
Lebensdauer	
Flachkollektor und Speicher	20 Jahre
Röhrenkollektor	18 Jahre



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

#### Kontakt:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Arne Höllen  
Seniorexperte, Klimaneutrale Gebäude  
Chausseestraße 128 a  
10115 Berlin  
Tel.: +49 30 66 777-641  
E-Mail: arne.hoellen@dena.de

E-Mail: info@dena.de / info@gebaeudeforum.de  
Internet: www.dena.de / www.gebaeudeforum.de  
Alle Rechte sind vorbehalten.